

## Ⅱ. 「宇宙文化学」連携講義成果—学生レポート実例集—

# 水再生技術の 南海トラフ地震で起こりうる水不足問題への利用 —教育という視点から—

神戸大学3年 梅本 匠

## 問題提起

宇宙における技術は飛躍的に進んでいる。その中でも私は宇宙空間での水再生技術に関して考察していく。今や、水再生技術を利用すると、その再生水を飲料にすることも可能である。宇宙飛行士である若田光一は2009年5月28日のブログで以下のように綴っている。『今週は、アメリカのデスティニー実験棟にある水再生システムで処理された水を、はじめて飲むことができるようになりました。味は地上で飲む水と同様、とても美味しい水です。クルーと地上管制局の皆さんと一緒に、この再生水で乾杯もしました。この水再生システムは、汗などの凝縮水や尿を飲み水に再生するもので、ISSが「ミニ地球」として機能するための大切な条件です。』と。このように実際に尿から再生した水を宇宙飛行士は飲んでいる。

話を地上の状況に変えても尿からの再生水はなにかしらの利用ができるのではないだろうか。特に、東日本大震災のような大規模災害でその利用はできないのかを模索したい。ここからは各章に分けて考察していく。

### 1. 東日本大震災における水不足

2011年3月11日に発生した東日本大震災では水不足が大きな問題となった。その原因としては大きく分けて二つある。一つ目には上水道が断水したこと。二つ目には停電によるものである。この二点が水不足の原因である。どちらも耐震をしていたが東日本大震災のような想定外の災害には対応することができなかった。

この水不足における水は二通りに分けることができる。一つ目が飲料水。二つ目が生活用水である。前者は直接人が飲むものであり、後者は直接口にはしないが使用する水である。東日本大震災では飲料水に関しては各地の自治体や企業、団体からの支援がなされた一方で、入浴や家事、トイレなどの生活用水は不足した。『津波避難等に関する調査結果』（内閣府・消防庁・気象庁、2011）によると、実際に、東日本大震災活性直後からの避難所での生活で困ったこととして、第一位にシャワーや入浴があまり利用ができないこと、上位には水道、電気のなどのインフラが復旧していないことやトイレの数がすくないことなどが挙げられる。こうしたことから分かるように、災害発生直後から被災地域では生活用水の利用について

非常に不便したことが分かる。

また、災害発生後における必要な生活用水の量は、多くの検討や議論がなされているが、例えば「地震対策マニュアル策定指針」(厚生労働省)によると、応急復旧期間は可能な限り最長 4 週間以内とされており、応急給水の目標設定例として、地震発生後 3 日までは 3L/人・日、10 日までは 20L/人・日、21 日までは 100L/人・日、28 日までには被災前給水量(約 250L/人・日)とされている。

このように東日本大震災の事例では水不足が大きな問題となっている。次の章では南海トラフ地震で想定されている問題に関して考察していきたい。

## 2. 南海トラフで想定される問題

次に必ず起こると言われている南海トラフ地震に関して考察していく。南海トラフ地震では 2750 万人～3440 万人に断水の被害があるというデータがある。また、津波の被害が甚大で沿岸部の道路は通行が困難になり、また山間部では道路の整備があまりされていないために支援ができない状態に陥る。また、四国では特に道路が東西にしか通っておらず、主要道路が沿岸部を通っているためにより支援が困難になる。四国での断水の被害は 9 割に及ぶとも言われている。震災の 2 日後には 1400 万 L～4800 万 L が不足すると考えられる。

こうした予想がされる南海トラフ地震ではどのように水を確保するのが重要だ。そこで、私は水再生技術を使用した震災における水不足へのアプローチを考えたい。次章ではどのような水再生技術があるのかを考察していく。

## 3. 水再生技術

水再生装置(WRS)は 2008 年 11 月に ISS に設置。2009 年 5 月飲用開始。トイレで回収された尿を蒸留して水に換え、空気中の湿度を除湿して回収した水や使用済みの水と一緒にろ過および浄化処理する。再生された水は、飲料、食事の用意、実験に使用されるほか、酸素生成装置にも使用される。JAXA では、NASA の水再生装置の 2 分の 1 の大きさで、消費電力も少ない宇宙水再生装置の研究開発を民間企業と共同で進めていた。この装置を使うと、宇宙ステーションに滞在する 6 名の宇宙飛行士の 1 日分の排出量に相当する約 200L の生活排水と尿を、8 時間で処理が可能。『将来的には、日本製の水再生装置を、月面基地や火星基地に長期滞在をする、あるいは、移住するときにぜひ使いたいと思います。』と JAXA ホームページに掲載されている。

ここで注目したいのは 200L の水を 8 時間で処理できるということである。第 2 章で述べたように災害発生から 3 日目までには 3L/人・日が目標とされている。一日 3 回水再生装置を駆動すると 600L の水が確保され、200 人分の水が確保できることである。このように水再生技術には災害時の水不足を補う可能性がある。

しかし、そこには二点問題点がある。一つ目は、震災時には電力も不足するために実際に水再生装置を駆動できるのかという問題。しかし、この点は車のバッテリーを使用すること

で解決することができる。二つ目は、より心理的な側面である。つまり、実際に人は尿などから再生した水を飲むことができるのだろうか、という点である。尿から再生された水を飲むということに少なからず人は不快感を覚えるだろう。これは一つ目に挙げた問題、つまり技術で解決できるような問題とは違い、人の心理的障壁をどのように取り除くのかという点で難しい。次の章ではその解決策として、教育による心理的障壁へのアプローチを考察していく。

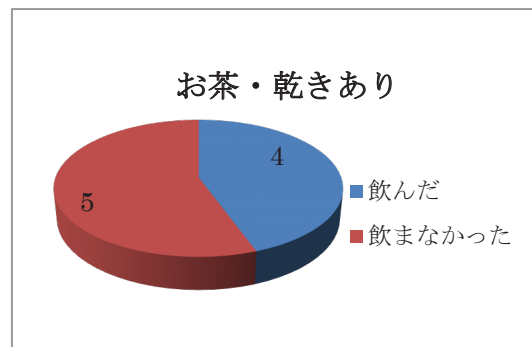
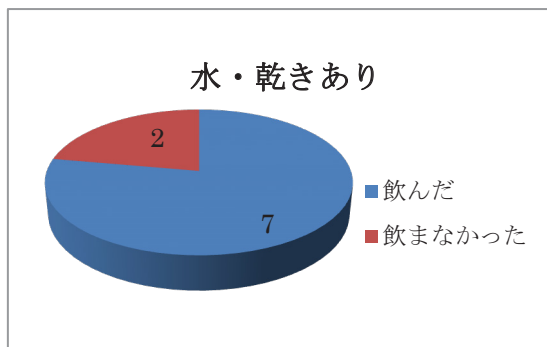
#### 4. 教育による再生水への心理的障壁へのアプローチ

この章では教育により再生水への心理的障壁を減らすということを考えていく。

まず初めに私たちが行った実験から見ていきたい。この実験では喉が乾いている人＝宇宙空間・緊急状態に置かれている人、喉が乾いていない人＝普段の生活をしている人として想定している。その人々に対して、尿から再生した水として水とお茶の提供をし、その反応をまとめた。

##### ・実験結果

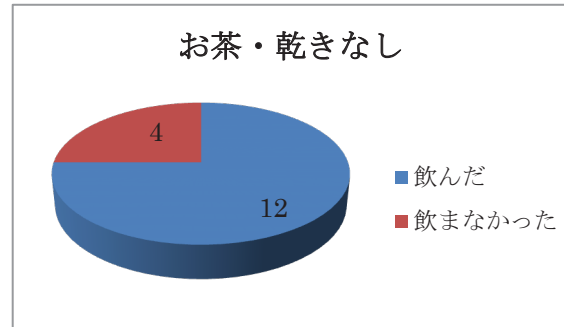
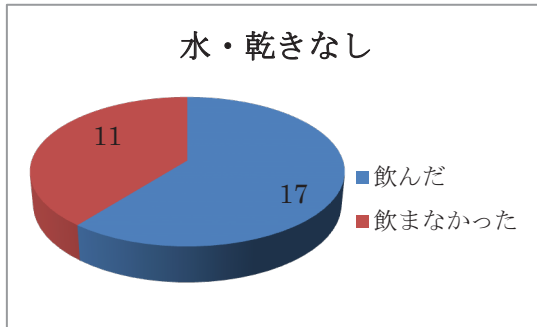
2013.7.3 13:00～ 場所：国際文化学部グラウンド・国際文化学部体育館



- A. 飲んだ場合
- なぜ飲もうと思ったのか？
    - ・面白そう
    - ・JAXA なら技術的に信頼できる
    - ・危険はなさそう
    - ・興味があった
- B. 飲まなかった場合
- なぜ飲まなかったのか？
    - ・「尿」というイメージが強すぎる
  - どうしたら飲めるようになるのか？
    - ・「尿」だと言われなかったら

- A. 飲んだ場合
- なぜ飲もうと思ったのか？
    - ・喉が渴いていたから
    - ・試しに飲んでみよう
- B. 飲まなかった場合
- なぜ飲まなかったのか？
    - ・抵抗があった
    - ・飲もうと思ったら飲めるが…
  - どうしたら飲めるようになるのか？
    - ・極限状態になれば
    - ・色がなければ、コーヒーであれば
    - ・英語であれば（「尿」と言われなければ）

2013.7.2 14:30～ 場所：国際文化学部食堂・国際文化学部 IC カフェ



A.飲んだ場合

1.なぜ飲もうと思ったのか？

- ・喉が渴いていたから
- ・JAXA への信頼
- ・関西人のノリで
- ・既に使われている技術だから

B.飲まなかった場合

1.なぜ飲まなかったのか？

- ・気持ちの問題
- ・既にさっき水を飲んだから
- ・潔癖症だから
- ・技術に対する不安

2.どうしたら飲めるようになるのか？

- ・尿ということを教えない
- ・喉が渴いていたら
- ・きれいであるという証明を提示されれば

A.飲んだ場合

1.なぜ飲もうと思ったのか？

- ・SF 少年として協力したい
- ・以前再生水を飲んだことがある
- ・興味・好奇心
- ・技術的に (JAXA だから) 安心
- ・お茶ならば抵抗が和らぐ

B.飲まなかった場合

1.なぜ飲まなかったのか？

- ・尿のイメージがある
- ・抵抗がある
- ・想像してしまう

2.どうしたら飲めるようになるのか？

- ・尿だと言われなければ

その他の感想・反応

飲んだ人

- ・心理的には若干嫌
- ・気持ち悪いのは事実
- ・恐る恐る飲む
- ・匂いでチェック
- ・尿飲健康法

飲まなかった人

- ・心なしか黄色く見えた
- ・尿ではなく下水だったらもっと飲みたくない
- ・なぜ尿でなくてはならないのか、必要性がわからない

以上のような結果となった。この実験では喉の乾き有り、と喉の乾き無しでは有意な差は出なかった。しかし、私が注目したいのは以前再生水を飲んだことがあるから水を飲んだという意見である。彼は、以前に種子島宇宙センターで再生水を飲んだことがあるので、今回の実験でも再生水を飲むことができた。ここから、言えることは人は一度体験し、それが安全だと分かると心理的障壁がなくなるということである。

以上の結果を踏まえて私は学校教育における生成水の教育を取り入れることを提案したい。それも、ただ座学で知るだけでなく再生水を飲むような教育である。こうすることで再生水への心理的な障壁がなくなり有事の際にも再生水を利用しやすくなるのではないだろうか。しかし、ここでもまた問題が発生する。ただ単に震災への備えとして再生水を学ぶだけでは子どもたちに魅力を感じさせることはできない。そこで、JAXA と宇宙の登場である。子どもは宇宙に憧れを示す。こうした、宇宙への興味を利用しながら再生水について学び災害に備えたいと私は考える。

## 5. まとめ

ここまで考えてきたように震災では多くの人が水不足に苦しむだろう。そこに、現在ある水再生技術を活かすことで少しでも震災における水不足が解決されればと思う。そのために水再生技術の教育を拡充することが必要となる。

## 参考 URL

- 小口美津夫 (2008) 「水, 空気, ゴミのリサイクル」, 宇宙航空研究開発機構編『特集 私たちの地球を守るために ～環境問題に貢献する JAXA の取り組み～』  
[http://www.jaxa.jp/article/special/eco/oguchi\\_j.html](http://www.jaxa.jp/article/special/eco/oguchi_j.html) (最終閲覧:2013/08/04)
- 小口美津夫 (2011) 「特集 04 宇宙における水再生装置」, 宇宙航空研究開発機構編『社会環境報告書 2011』, <http://www.jaxa.jp/about/iso/report/2011/feature04.html> (最終閲覧 2013/08/04)
- 黒川和美ほか (2008) 「下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書 新たな社会的意義を踏まえた再生水利用の促進に向けて (案)」,  
<http://www.mlit.go.jp/common/000033460.pdf> (最終閲覧 2013/08/04)
- 仙台市消防局防災安全部防災安全課 (2012) 「平成 23 年度 東日本大震災に関する市民アンケート調査報告書」, 集計・分析: 株式会社東日本リサーチセンター  
[http://www.city.sendai.jp/kurashi/shobo/shiryo/\\_icsFiles/fieldfile/2012/04/19/houkokusyo3.pdf](http://www.city.sendai.jp/kurashi/shobo/shiryo/_icsFiles/fieldfile/2012/04/19/houkokusyo3.pdf) (最終閲覧 2013/08/04)
- 国土交通省 (2012) 「第 I 編 持続可能な水利用の確保に向けて」『日本の水資源 本編』  
国土交通省水管理・国土保全局 水資源部 水資源計画課  
<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H24/1.pdf>  
(最終閲覧 2013/08/04)
- 中央防災会議 (2013) 「南海トラフ巨大地震の被害想定について (第二次報告)」, 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ  
[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku\\_wg/pdf/20130318\\_shiryo2\\_1.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_shiryo2_1.pdf) (最終閲覧 2013/08/04)
- 内閣府, 消防庁, 気象庁 (2011) 「第 17 図 災害直後からの避難所での生活について困っていること (男女別, 複数回答)」 “津波避難等に関する調査” 内閣府男女共同参画局,  
[http://www.gender.go.jp/about\\_danjo/whitepaper/h24/zentai/html/zuhyo/zuhyo01-00-17.html](http://www.gender.go.jp/about_danjo/whitepaper/h24/zentai/html/zuhyo/zuhyo01-00-17.html)